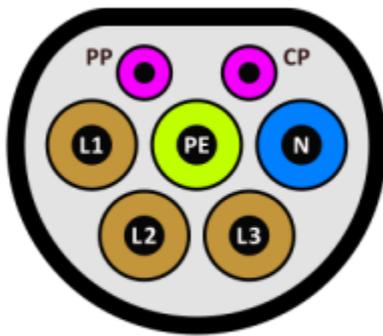


Typ2 Signalisierung und Steckerkodierung

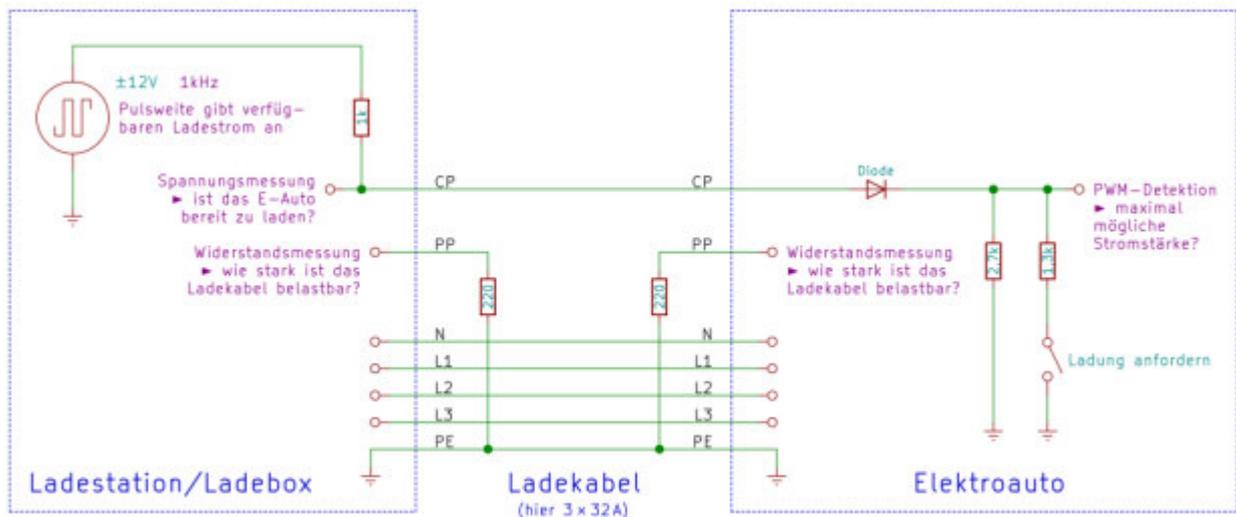
Inhaltsverzeichnis [anzeigen]



Im folgenden Artikel wird erläutert, wie beim Typ2-Standard nach IEC 62196 die Kommunikationsschnittstelle zwischen einem Ladepunkt und einem Elektrofahrzeug technisch realisiert wird.

Grundsätzliche Informationen zum Steckersystem Typ2 sind unter [Ladung und Ladestecker](#) zu finden.

Ein Typ2-Stecker besitzt zusätzlich zu den fünf Standardanschlüssen für Drehstrom (PE, N, L1, L2, L3) noch zwei kleinere Kontaktpins: Die Kontroll-/Datenleitung **CP (Control Pilot)** und den Ladekabel-Erkennungs-Kontakt **PP (Proximity Pilot / Plug Present)**.



kepppeff-ZOE / GoingElectric Wiki	Date: 2018-08-07	Rev: 2.0
KiCad E.D.A. kicad (5.0.0)		Id: 1/1

Anschlussschema des Typ2-Standards

CP-Kontakt: Kommunikationsleitung

Über die Datenleitung CP teilt die Ladestation dem Elektroauto mit, welcher Ladestrom maximal zur Verfügung steht. Hierfür kommt ein Rechtecksignal mit einer Frequenz von 1

kHz zum Einsatz, welches zwischen +12 V und -12 V (gegenüber Schutzleiter) pendelt. Die Pulsweite (der *duty cycle*) des Rechtecksignals gibt die entnehmbare Stromstärke an. Für eine Stromstärke zwischen 6 A und 48 A gilt hierfür die folgende Formel:

$$\text{Verfügbare Stromstärke (in A)} = \text{Duty cycle (in\%)} \cdot 0,6 \text{ A}$$

bzw.

$$\text{Duty cycle (in\%)} = \text{Verfügbare Stromstärke (in A)} \div 0,6 \text{ A}$$

Hier einige Beispiele:

- Pulsweite 50% → Ladestrom max. 30 A
- Pulsweite 27% → Ladestrom max. 16 A
- Pulsweite 16% → Ladestrom max. 10 A

Der Reihe nach: Zunächst einmal ist noch kein Elektroauto an der Ladestation angeschlossen und die Typ2-Steckdose ist von der Ladestation spannungsfrei geschaltet (d.h. N, L1, L2 und L3 sind unterbrochen). Das Rechtecksignal der Ladestation ist zu diesem Zeitpunkt noch deaktiviert, stattdessen wird an CP dauerhaft über den 1 kΩ Widerstand eine Spannung von **+12 V** angelegt.

Wird nun ein Elektroauto angeschlossen, verbindet dieses die CP-Leitung über eine Diode und einen 2,7 kΩ Widerstand mit dem Schutzleiter. Dadurch zieht es die Spannung an CP von +12 V auf **+9 V** (Prinzip Spannungsteiler). Da die Ladestation die Spannung an CP misst, kann sie nun erkennen: Ein Elektroauto ist angeschlossen. Daraufhin aktiviert sie das Rechtecksignal mit einer Pulsweite entsprechend des verfügbaren Ladestroms. Durch den 1 kΩ Widerstand in der Ladebox, die Diode und den 2,7 kΩ Widerstand im Elektroauto pendelt das Rechtecksignal an CP zwischen **+9 V und -12 V**.

Das Elektroauto misst die Pulsrate des Signals und erfährt so, wie viel Ladestrom ihm zur Verfügung steht. Was es übrigens nicht weiß, ist, ob einphasige oder dreiphasige Ladung möglich ist, denn dies spielt beim Kommunikationsprotokoll keine Rolle. Wenn die Pulsweite beispielsweise 16 A angibt, könnte es eine Ladeleistung von 3,7 kW einphasig oder 11 kW dreiphasig bedeuten.

Wenn das Elektroauto bereit ist zu laden, teilt es das der Ladestation mit, indem es einen weiteren Widerstand (Wert 1,3 kΩ) zwischen die Diode und den Schutzleiter schaltet. Dadurch zieht es die obere Spannung des Rechtecksignals von +9 V auf **+6 V**. Da die Ladestation die Spannung an CP misst, erkennt sie nun: Das Elektroauto will laden! Also schaltet sie über ein Schütz die Stromversorgung zum Elektroauto ein (also N, L1, L2 und L3) und dieses lädt seinen Akku – maximal mit der Stromstärke, die ihm die Ladestation vorgibt. Erst jetzt könnte das Auto auch messen, ob es sich um einen ein- oder dreiphasigen Stromanschluss handelt.

Während des gesamten Ladevorgangs läuft das Rechtecksignal der Ladestation weiter (und pendelt zwischen **+6 V und -12 V**). Die Ladestation kann währenddessen die Pulsweite verändern, woraufhin das Elektroauto seinen Ladestrom entsprechend anpassen muss. Bricht das Rechtecksignal ganz ab, muss das Elektroauto sofort die Ladung stoppen.

Hat das Elektroauto fertig geladen (oder bricht der Fahrer den Ladevorgang ab), deaktiviert es den 1,3 kΩ Widerstand, wodurch die obere Grenzspannung des Rechtecksignals wieder auf +9 V rutscht. Daraufhin schaltet die Ladestation die Stromversorgung zum Elektroauto ab und die Typ2-Steckdose ist wieder spannungsfrei.

PP-Kontakt: Ladekabel-Kodierung

Über den PP-Kontakt können sowohl Ladestation als auch Elektroauto erkennen, wie stark das angeschlossene Ladekabel belastet werden darf. In beiden Typ2-Steckern ist hierzu ein fester Widerstand zwischen PP und dem Schutzleiter eingebaut, dessen Wert angibt, welchen Querschnitt die Leitungen des Ladekabels haben. Folgende Widerstandswerte sind möglich:

Widerstand Leitungsquerschnitt max. Ladestrom

1,5 kΩ	1,5 mm ²	13 A
680 Ω	2,5 mm ²	20 A
220 Ω	4–6 mm ²	32 A
100 Ω	10–16 mm ²	63 A

Entsprechend des gemessenen Widerstandes kann die Ladestation ggf. die Pulsweite des Rechtecksignals reduzieren. Zusätzlich kann auch das Elektroauto seinen Ladestrom anpassen.

Zur Dimensionierung von Leitungsquerschnitten siehe [Normgerechte Errichtung von Ladeinfrastruktur](#).

Normgerechte Errichtung von Ladeinfrastruktur

Inhaltsverzeichnis [anzeigen]

Dieser Artikel soll einen Überblick über die notwendigen Vorkehrungen und Sicherheitsmaßnahmen für Ladepunkte von Elektrofahrzeuge geben.

Grundsätzlich gilt: Ladepunkte für Elektrofahrzeuge müssen normgerecht von einem Elektroinstallateur errichtet werden.

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD / FI)

Hintergrund

Beim üblichen Netzanschluss (TN-Netz bzw. genauer TN-C-S-Netz) übernimmt für jeden Stromkreis ein **Leitungsschutzschalter LS**, umgangssprachlich Sicherungsautomat oder kurz Sicherung genannt, den Schutz der Leitungen vor Überlast und Kurzschluss sowie den Schutz

vor Isolationsfehlern.

(laut VDE 0100-410:2007-06 – Die Sicherheitsgrundnorm hinsichtlich des Schutzes gegen elektrischen Schlag für die Erarbeitung von Errichtungsnormen)

Beim Laden wird das Auto mit dem Stromnetz verbunden, als Schutz vor Isolationsfehlern wird dann ein Schutzleiter verwendet welcher mit der leitfähigen Karosserie verbunden ist. (Siehe: [Schutzklasse I](#))

Bei einem Isolationsfehler fließt dann ein großer Strom im Schutzleiter, wodurch der LS schnell genug auslöst, um einen Menschen vor einem lebensgefährlichen Stromschlag zu schützen. (Geforderte Ausschaltzeit im TN-Netz <0,4 Sekunden)

Zusätzlich kommuniziert jedes Elektroauto mit dem Ladekontroller (=EVSE). Dadurch wird das Ladekabel erst nach dem Anstecken und nach einer Schutzleiterüberprüfung unter Spannung gesetzt. Umgekehrt wird bei einer Schutzleiterunterbrechung das Ladekabel spannungsfrei geschaltet. Elektroautos und Ladelösungen müssen diese international geltenden Normen erfüllen bevor sie zugelassen werden.

Fehlerstrom-Schutzschalter FI bieten einen Zusatzschutz bei Isolationsfehlern (Schutz=Isolation, Fehlerschutz = Schutzklasse I, II oder III), indem sie bei gefährlich hohen Fehlerströmen gegen Erde den Stromkreis abschalten.

Häufig werden die englischen Abkürzungen RCD (*Residual Current Device*) oder RCCB (*Residual Current operated Circuit-Breaker*) verwendet. Oft ist auch von FI-Schaltern die Rede, wobei das F für Fehler steht und das I Formelzeichen des elektrischen Stroms ist. Es gibt verschiedene Typen von Fehlerstrom-Schutzschaltern je nach Art der Fehlerstromform, den sie erfassen können:

- **30mA FI Typ A:** FI mit Auslösestrom 30mA, Typ A erfasst sinusförmige Wechselfehlerströme und pulsierende Gleichfehlerströme. Bei Neuinstallationen werden alle Endstromkreise (mit 230/400Volt bis 32 Ampere) über einen solchen "30mA FI TypA-Schalter" abgesichert. (Lt. aktueller DIN VDE 0100-410:2018-10)

Laut EN-Norm wird für jeden einzelnen Ladepunkt ein eigener Stromkreis empfohlen, welcher jeweils durch einen LS und einen FI abgesichert sein soll, um im Fehlerfall nicht andere Geräte mit auszuschalten.

Laut den aktuellen Normen (DIN und IEC Stand 2018) wird sogar ein zusätzlicher (unnötiger) Gleichfehlerstromschutz gefordert. Ist der Gleichfehlerstromschutz in die Ladelösung (Wallbox oder mobile Ladelösung) eingebaut, so muss dieser laut Norm einen Auslösestrom von 6mA DC haben.

Da nahezu alle neuen Ladelösungen (Wallboxen und mobile Ladelösungen) einen solchen 6mA Gleichfehlerstromschutz bereits eingebaut haben, braucht man zum normgerechten Fehlerstromschutz nur den üblichen "30mA FI Typ A"-Schalter, den aber sowieso jeder Elektriker einbaut.

Achtung: Das Laden an einer Steckdose mit optischen Mängeln (verschmorter Kontakt, gebrochenes Gehäuse) sollte nach Möglichkeit vermieden werden. Bei einer alten Steckdosen (welche nicht mit einem 30mA Fehlerstrom-Schutzschalter abgesichert sein muss) und einer abgebrochenen Dosenisolierung kann beim Steckvorgang das Berühren eines spannungsführenden Leiters zu einem lebensgefährlichen Stromschlag führen. (Der FI in der Ladelösung kann den Fehler nicht erkennen, da ein FI nur Fehlerströme messen kann die "hinter" seinem Einbaort auftreten.)

Bemerkung 1: Laut Herstellerangaben sollte man den Prüfkopf des FI zweimal pro Jahr (am einfachsten jeweils bei der Zeitumstellung) drücken (damit der Auslösemechanismus leichtgängig bleibt), und nach jeder Auslösung nach einem Fehlerfall drücken (damit der

Ferritkern entmagnetisiert wird).

Bemerkung 2: Einen FI mit hoher Zuverlässigkeit gegen Fehlauflösungen kaufen. In Österreich ist daher der "30mA FI TypG" (=kurzzeitverzögert und stoßstromfest) vorgeschrieben. Ein "30mA FI TypG/A" entspricht auch der deutschen VDE-Norm. (Z.B. relativ günstig bei hornbach.at)

Bemerkung 3: Bei mobilen Ladelösungen ist auch eine "30mA FI TypA"-Fehlerstromüberwachung eingebaut, trotzdem muss lt. Norm der netzseitige Steckdosenstromkreis durch einen "30mA FI Typ A"-Schalter abgesichert sein. Ist jedoch in einer Wallbox ein solcher Schalter bereits eingebaut, so muss man lt. Norm keinen weiteren solchen Schalter im Verteiler einbauen lassen. Ein weiterer Schalter erhöht zwar dann den Schutzpegel der Zuleitung, die beiden 30mA FI Schalter schalten jedoch nicht selektiv aus.

Gleichfehlerstrom-Schutzrichtungen nachrüsten

Die meisten aktuellen Ladelösungen (Wallboxen und mobilen Ladelösungen) bieten eine integrierte 6mA Gleichfehlerstrom-Überwachung. In diesem Fall muss lt. Norm nur der sowieso übliche Fehlerstrom-Schutzschalter "30mA Typ A" Netzseitig installiert werden. Hat die Ladelösung noch keinen Gleichfehlerstromschutz eingebaut, und möchte man diesen (unnötigen und für bestehende Anlagen nicht nachrüstpflichtigen) Zusatzschutz nachrüsten, so kann man hier nachlesen wie man dies bewerkstelligt.

- **Typ A-EV:** Spezieller Fehlerstrom-Schutzschalter für Elektroauto-Ladeinfrastruktur des Herstellers Doepke. Erfasst zusätzlich zur Funktionalität des 30mA Typ A glatte Gleichfehlerströme bereits ab 6 mA.
Der DFS4 040-4/0,03-EV kostet 300€.
Er wurde hauptsächlich in mobilen Ladelösungen verwendet.
- **30mA Typ B:** Allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter. Erfasst zusätzlich zur Funktionalität des 30mA Typ A ein Gemisch von Fehlerströmen unterschiedlicher Frequenzen sowie glatte Gleichfehlerströme ab 30 mA.
Europäische Fabrikate kosten über 400€ bzw. auf ebay um 200€. Das chinesische Fabrikat [EKL1-63](#) gibts sogar mit [TÜV-Zertifikat](#) auf aliexpress.de um unter 100€ (inkl. Versand).
Er wurde üblicherweise im Verteilerkasten eingebaut.

Bemerkung 1: Die aktuellen Normen sehen auch für das einphasige Laden einen Schutz vor glatten Gleichfehlerströmen gegen Erde vor, obwohl ein solcher Fehler physikalisch unmöglich ist!

Bemerkung 2: In der DIN/VDE wird willkürlich festgelegt, dass die Funktionsfähigkeit eines FI TypA-Schalters nur bis zu einem glatten Gleichfehlerstrom von 6mA gewährleistet ist. Daher stammt die Forderung das jeder FI TypA vor Gleichfehlerströmen >6mA zu schützen ist. Daher sollte dem 30mA FI TypB netzseitig kein FI TypA vorgeschaltet werden, da ansonsten der FI TypA "erblinden" könnte. (Der Begriff "erblinden" ist falsch, da der FI nur vorübergehend, während des Gleichfehlerstromes, eine erhöhte Auslöseschwelle hat.) Laut dem Funktionsprinzip eines 30mA FI TypA und laut unabhängigen Messungen schaltet aber in diesem Fall der 30mA FI TypB aus. Schon bevor es zu einer Beeinträchtigung des 30mA FI TypA kommt!

Bemerkung 3: Renault ZOE

Die ZOE ist meines Wissens das einzige Fahrzeug welches die Motorwicklung als Teil des Laders benutzt. Die ersten ZOE (Q210 bis BJ2014?) hatten schon im fehlerfreien Betrieb beim dreiphasigen Laden Ableitströme bis zu 6mA DC. Renault empfahl (=Z.E- Ready Standard) daher beim dreiphasigen Laden zum Fehlerstromschutz einen "30mA FI TypB"-Schalter. Neue mobile Ladelösungen müssen jedoch nach aktueller Norm (Stand 2018) einen 6mA DC Fehlerstromschutz eingebaut haben. Bei neueren ZOE (ab BJ 2015?) ist jedoch auch ein 6mA Gleichfehlerstromschutz kein Problem.

Dauerbelastbarkeit von Schukosteckverbindungen

Schukosteckdosen und -stecker tragen üblicherweise die Aufschrift 16A (Stromstärke 16 Ampere). Tragen sie das ÖVE- oder VDE-Prüfsymbol, sind sie auf 16A Dauerstrom geprüft (Prüfungsdauer = 1 Stunde, weil nach spätestens ½ Stunde die Endtemperatur erreicht ist). Hierbei dürfen sich jedoch die Teile um 45°C (Raumtemperatur + 45°C!) erwärmen! Siehe [Prüfnorm](#).

Googelt man "[verschmorter Schuko](#)", so findet man viele Bilder von verschmorten Schukodosen und -steckern, welche teilweise schon bei Dauerströmen kleiner 8A verschmorten!

Die Ursachen sind vielfältig:

- Schlechte Kontaktierung bei den Anschlussklemmen
- Versagen der Zugentlastung
- Ladeziegel ohne Aufhängung (Gewicht des Ladeziegels belastet Dosenkontakte unzulässig)
- Im Laufe der Jahre verschmutzen bzw. korrodieren die Steckdosenkontakte. Dadurch steigt der Übergangswiderstand und der Kontakt erwärmt sich bei Stromfluss unzulässig. Die Halteklammern verlieren dadurch ihre Klemmkraft, wodurch der Übergangswiderstand weiter steigt.

Die mit den Elektroautos mitgelieferten "Schuko-Ladekabel" begrenzen den Ladestrom je nach Hersteller auf 8-11 Ampere.

Zusätzlich ist bei vielen im Schuko-Stecker ein Temperatursensor eingebaut, wobei dann manchmal die Strombegrenzung auf bis zu 13 A erhöht wird.

Andere Hersteller verwenden einen Reed-Kontakt im Schuko-Stecker und eine besonders belastbare Schukosteckdose in welcher ein Magnet eingebaut ist. (Wird der Stecker in diese Dose eingesteckt, so wird der Reed-Kontakt vom Magneten betätigt und das Schuko-Ladekabel erlaubt dann das Laden mit einer höheren Stromstärke.) Je nach Hersteller wird bei Verwendung dieser Dose dann der Ladestrom vom Schuko-Ladekabel auf 12A, 14A oder 16A begrenzt.

Im Onlinehandel sind günstige chinesische Schuko-Ladekabel erhältlich, welche den Ladestrom auf 16A begrenzen und keinen Zusatzschutz vor Überhitzung bieten. Die Schuko-Steckverbindung verschmort daher über kurz oder lang. Entfernt ein Elektriker die Schuko-Steckverbindung (Stecker und Dose) und ersetzt sie durch einen CEE16blau-Steckverbindung, oder verdrahtet das Kabel fix in einer Verteilerdose, so kann auch mit dieser Ladelösung problemlos geladen werden.

Laut [Wikipedia](#) sind für Dauerströme von 16 A die blauen CEE16-Steckverbinder, umgangssprachlich „Camping- oder Caravanverbinder“, besser geeignet. Dort sind nicht nur die Kontakte deutlich größer ausgeführt, die Steckverbinder sind auch für Außeneinsatz spezifiziert. Der Kontaktdruck und damit verbunden die Steckkräfte können durch die mechanische Ausführung größer gewählt werden.

Dimensionierung von Leitungsquerschnitten

Die Verlegung eines Kabels sollte man einem Elektriker überlassen, welcher das Kabel auch richtig dimensioniert. Nichtsdestotrotz findet man im Internet auch gute "[Kabelrechner](#)".

Hat man zu Hause am Standplatz des Autos noch keinen Stromanschluss, so verlegt der Elektriker zumeist ein "dickes Kabel". (Dreiphasiges 5x6mm² Kabel für Ladeleistungen bis zu 3*230V*32A = 3*7,2kVA = 22kVA.) Damit kann man jedes aktuelle Elektroauto mit der

max. Ladeleistung seines Boardladers laden.

Durch hohe Ladeleistungen benötigt man weniger Ladezeit.

Um die Leitungsverluste zu senken, wird oft empfohlen, den Leiterquerschnitt größer zu wählen als notwendig.

Andererseits hat man beim Laden über Nacht zu Hause genug Zeit, die täglich gefahrenen Kilometer nach zu laden.

Wer seinen Strom aus der eigenen PV-Anlage oder aus dem HausAkku holt, der lädt sowieso mit niedrigen Ladeleistungen.

Durch große Kabelquerschnitte wird das Kabel teurer und die Verlegung erschwert bzw. ein mobiles Ladekabel wird unhandlicher.

Formel zur Berechnung der Leitungsverluste in €.

Beispiel: Ein Elektroauto wird ausschließlich zu Hause geladen, wobei um 20.000km pro Jahr zu fahren ca. 3.500 kWh geladen werden müssen. Bei einem Strompreis von 0,25€/kWh ergeben sich daher Stromkosten von $3500 \cdot 0,25 = 875\text{€}$. Es soll mit max. 16 Ampere geladen werden, wobei bei Neuverlegungen üblicherweise ein 2,5mm² Leiterquerschnitt gewählt wird.

a) Es soll einphasig geladen werden:

Leiterquerschnitt Leitungsverluste pro Meter und Jahr

1,5 mm ²	1,40 €/(m*a)
2,5 mm ²	$1,40 \cdot 1,5 / 2,5 = 0,84 \text{ €/(m*a)}$
4 mm ²	$1,40 \cdot 1,5 / 4 = 0,52 \text{ €/(m*a)}$

b) Es soll dreiphasig geladen werden:

Leiterquerschnitt Leitungsverluste pro Meter und Jahr

1,5 mm ²	$1,40 / 2 = 0,7 \text{ €/(m*a)}$
2,5 mm ²	$0,84 / 2 = 0,42 \text{ €/(m*a)}$
4 mm ²	$0,52 / 2 = 0,26 \text{ €/(m*a)}$

Ergebnis: Die Kostenersparnis durch die geringeren Leitungsverluste können demnach die zusätzlichen Kosten durch den dickeren Leitungsquerschnitt und die aufwendigere Verlegung (insbesondere bei dreiphasigen Kabeln) nicht ausgleichen. Andererseits kostet ein dickes Kabel nicht viel im Vergleich zu den Verlegekosten, und es wird daher vorsorglich ein unnötig dickes Kabel verlegt. (z.B. Erdkabel 5x6mm² statt 5x2,5mm² verursacht < 5€/lfm mehr Materialkosten.) Ich würde empfehlen ein passend dimensioniertes Kabel in einem dicken Schlauch zu verlegen, dann kann man später einfach weitere Kabel einziehen.

Ladung und Ladestecker

Inhaltsverzeichnis [anzeigen]

In diesem Artikel werden die in Europa gebräuchlichen Steckersysteme zur Ladung von Elektrofahrzeugen vorgestellt. Zur Benutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur (Freischalten & Bezahlen) siehe den Artikel [Laden an öffentlichen Ladepunkten](#).

Es empfiehlt sich, für ein besseres Verständnis der technischen Hintergründe zuerst den Artikel [Grundlagen](#) durchzulesen.

Was ist ein Ladegerät?

Akkumulatoren funktionieren mit Gleichstrom, abgekürzt DC von *direct current*. Im Stromnetz hingegen wird Wechselstrom, kurz AC von *alternating current*, verwendet, weil dieser einfacher in verschiedene Spannungen transformiert (und so über weite Strecken transportiert) werden kann.

Um die Batterie eines Elektrofahrzeugs am Stromnetz aufladen zu können, muss also **Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt** und zugleich die Spannung so hoch- oder heruntertransformiert werden, dass sie der aktuell benötigten Ladespannung des Akkus entspricht. Diese Aufgabe übernimmt das sogenannte *Ladegerät*, auch kurz als *Lader* bezeichnet. Je höher die Ladeleistung sein soll, desto größer und schwerer ist ein solches Ladegerät. Daher ist ein Elektroauto-Ladegerät kein portables Teil, das man in der Gegend herumtragen kann (wie beispielsweise bei einem e-Bike), sondern es gibt im Grunde nur zwei Möglichkeiten, es unterzubringen: Entweder es ist fest im Auto installiert, oder es befindet sich in der Ladeinfrastruktur. Je nachdem spricht man von Wechselstromladung oder Gleichstromladung.

Wechselstromladung (Normal- bzw. Langsamladung)

Ist das **Ladegerät im Auto** untergebracht, dann spricht man von Wechselstromladung oder AC-Ladung, da der **Wechselstrom aus dem Netz direkt ins Auto fließt** und erst dort vom Ladegerät (dem sogenannten *On-Board Charger*) in Gleichstrom für den Akku umgewandelt wird.

Wenn es um die Frage nach dem Ladestecker geht, könnte man nun auf die Idee kommen, zu diesem Zweck einfach die bereits seit Jahrzehnten gebräuchlichen Steckertypen zu verwenden, die zum Anschluss aller möglicher Elektrogeräte an das Stromnetz verwendet werden. Hier stünden beispielsweise zur Auswahl der normale Haushaltsstecker (→ [Schuko](#)), der blaue CEE-„Campingstecker“ sowie der rote CEE-„Drehstromstecker“, den es in verschiedenen Größen für verschiedene Stromstärken gibt (→ [CEE](#)).

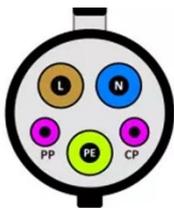
Hierbei gibt es aber ein Problem: Die Ladeleistung des Elektroautos muss – je nach Bedarf und örtlichen Gegebenheiten – variabel sein! Beispielsweise möchte ich während eines zweistündigen Kinobesuchs den Akku an der dortigen Ladesäule möglichst wieder komplett voll aufladen. In einer hauseigenen Garage ist hingegen in der Regel keine so große Anschlussleistung möglich – und auch gar nicht nötig, denn ich habe ja die ganze Nacht Zeit. Hier möchte ich also nur so schnell laden, dass der Akku am nächsten Morgen wieder voll ist. Würde man für die Ladung von Elektrofahrzeugen auf die etablierten Steckersysteme zurückgreifen, müssten die Nutzerinnen und Nutzer also jede Menge Adapter mitführen, um mit verschiedenen Leistungen laden zu können und müssten im Auto jedesmal die vor Ort mögliche (von der Elektroinstallation verkraftbare) Ladeleistung einstellen. Das wäre äußerst kompliziert, unsicher (um nicht zu sagen gefährlich) und für die normale Anwenderin bzw. den normalen Anwender nicht praktikabel – daher musste ein neues Steckersystem her, welches folgende Anforderungen erfüllen musste:

- Die Infrastrukturseite muss mit dem Auto kommunizieren können, um diesem mitzuteilen, welche Leistung das Ladegerät aus dem Netz ziehen darf.
- Alle Stecker und Buchsen sollen im nicht-angeschlossenen Zustand spannungsfrei und damit absolut berührungssicher sein. Erst wenn ein Auto angeschlossen ist (und dies muss sicher erkannt werden), soll infrastrukturseitig die Stromzufuhr zum Ladegerät im Auto eingeschaltet werden.
- Die Stecker sollen verriegelbar sein, damit die Steckverbindungen nicht unter Last getrennt werden können.
- Die Ladekabel und Steckverbindungen müssen robust, spritzwassergeschützt und witterungsbeständig sein, damit man auch bei Regen oder Schneefall das Auto laden kann.

Eine Wechselstrom-Lademöglichkeit besteht also im einfachsten Fall lediglich aus einer simplen Elektronik, welche dem angeschlossenen Auto die maximal mögliche Ladeleistung mitteilt, sowie einem elektromechanischen Schaltkontakt (Relais oder Schütz), der – sobald das Auto zum Laden bereit ist – die Stromzufuhr einschaltet. Natürlich sind zusätzlich noch einige Sicherheitsfunktionen wie z.B. ein Fehlerstromschutz notwendig. Nichtsdestotrotz kann man sagen, dass der große Vorteil der Wechselstromladung darin liegt, dass die Ladefrastruktur sehr **einfach und günstig** aufgebaut werden kann. Eine einfache AC-Ladestation ist schon für weniger als 500 € (zzgl. Installationskosten) erhältlich und kann beispielsweise als sogenannte *Wallbox* in der eigenen Garage an die Wand geschraubt werden.

Ein entscheidender Nachteil der Wechselstromladung ist allerdings, dass die Autos ständig große, schwere Ladegeräte mit sich herumtragen müssen. Trotzdem sind **alle heute erhältlichen Elektrofahrzeuge wechselstromladefähig**. Die möglichen Ladeleistungen der verbauten Ladegeräte sind je nach Fahrzeugmodell unterschiedlich (dazu später mehr...). Jedoch sei an dieser Stelle bereits gesagt, dass die **Ladeleistungen in der Regel relativ gering** sind, eben um beim Auto Gewicht und Platz, aber auch Kosten zu sparen.

Typ1



Der Stecker *IEC 62196 Typ1* (auch *Type1*) wurde 2009 entwickelt und basiert auf dem im Jahr 2001 in den USA verabschiedeten Standard *SAE-J1772*. Da es in den USA im Gegensatz zu uns nur ein einphasiges Stromnetz gibt, ist der Stecker für einphasigen Wechselstrom von 6 bis 32A ausgelegt und erlaubt damit **Ladeleistungen bis 7,4 kW**.

In Europa werden **heute keine Elektrofahrzeuge mehr mit Typ1-Steckersystem** verkauft. Für Gebrauchtwagenkäufer ist der Stecker aber unter Umständen relevant, da einige ältere Fahrzeuge eine Typ1-Buchse verwenden, beispielsweise der Citroën C-Zero.

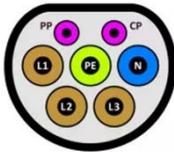
Der Typ1-Stecker besitzt zwei stromführende Kontakte (Phase L + Neutralleiter N), einen Schutzleiter (PE) sowie die zwei kleineren Signalkontakte CP (*Control Pilot*) und PP (*Plug Present*).



Über den CP-Pin erfolgt die Kommunikation zwischen Ladepunkt und Elektrofahrzeug und über den PP-Pin kann das E-Auto erkennen, ob der Stecker gezogen wird und den Ladevorgang sofort abbrechen, um ein spannungs- und leistungsfreies Trennen des Steckers zu gewährleisten.

Zur Verriegelung des Steckers befindet sich an der Oberseite eine Klinke, die beim Einstecken einrastet und durch einen Druckhebel wieder gelöst werden kann.

Typ2



Der Stecker *IEC 62196 Typ2* (auch *Type2*) wurde vom deutschen Stecksystemhersteller Mennekes entwickelt und ist für dreiphasigen Wechselstrom bis 63A, also **Ladeleistungen bis 43kW**, ausgelegt.

Heute verfügen alle in Europa verkauften Elektroautos über eine Typ2-Buchse für die AC-Ladung (einzige Ausnahme ist das Leichtkraftfahrzeug Renault Twizy).

Der Typ2-Stecker besitzt vier stromführende Kontakte (Drei Phasen L1, L2, L3 + Neutralleiter N), einen Schutzleiter (PE) sowie die zwei kleineren Signalkontakte CP (*Control Pilot*) und PP (*Proximity Pilot*).

Natürlich können auch ein- oder zweiphasige Ladevorgänge über den Typ2-Stecker durchgeführt werden, in diesem Fall werden einfach die Kontaktpins L3 und ggf. L2 nicht verwendet.



Wie bei Typ1 erfolgt über den CP-Pin die Kommunikation zwischen Ladepunkt und Elektrofahrzeug, und zwar exakt mit der selben Signalisierung! Daher kann zwischen Typ1- und Typ2-Steckern problemlos adaptiert werden.

Über den PP-Pin können Ladepunkt und/oder Elektrofahrzeug die Belastbarkeit des Ladekabels erkennen.

Zusätzlich verfügt das Typ2-Steckersystem über eine elektromechanische Verriegelung, welche sicherstellt, dass im belasteten Zustand der Stecker nicht aus der Buchse gezogen werden kann. Nach Beenden des Ladevorgangs durch den Nutzer wird der Stecker automatisch wieder entriegelt.

2013 legte die EU den Typ2-Stecker als **Standard für die Wechselstromladung** fest. Seit 2017 ist er verbindlich für (neue) Ladepunkte mit Leistungen bis 22 kW vorgeschrieben.

Extra-Wissen: In Frankreich gab es noch Typ3...

In vielen europäischen Ländern wird für Steckdosen ein mechanischer Berührungsschutz vorgeschrieben, der den direkten Kontakt mit stromführenden Kontakten verhindern soll („Kindersicherung“). Beim Typ2-Stecker sind die Kontakte zwar im ausgeschalteten Zustand spannungsfrei, aber nicht berührungssicher, und das reichte den französischen Behörden nicht. Französische und italienische Firmen hatten als weiteren Ladestecker den Typ3 entwickelt, welcher Leistungen bis 22 kW (3×32 A) unterstützt und die gleiche Signalisierung wie Typ1 und Typ2 verwendet, aber zusätzlich mit sogenannten Shuttern ausgestattet ist, sodass die Kontakte nicht berührt werden können. Frankreich legte sich daher auf diesen Steckertyp fest. Bis heute existieren in Frankreich einige Ladepunkte mit Typ3-Standard. Später wurde aber auch dort der Typ2-Stecker für Ladepunkte anerkannt. Inzwischen verwendet der überwiegende Teil der AC-Ladesäulen das Typ2-Steckersystem.

Muss ich ein Ladekabel mitbringen?

Die überwiegende Mehrheit aller öffentlichen Wechselstrom-Ladesäulen für Elektroautos verwendet heute das Steckersystem Typ2. Hierbei muss allerdings zwischen zwei Varianten unterschieden werden:

1. Die allermeisten AC-Ladesäulen besitzen eine **Typ2-Dose**. Um hier laden zu können, benötigen Fahrzeuge mit Typ2-Buchse ein Ladekabel Typ2 auf Typ2. Auch (ältere) Fahrzeuge mit Typ1-Buchse können hier laden, sie benötigen dafür ein Ladekabel Typ1 auf Typ2. Das benötigte Ladekabel wird beim Autokauf serienmäßig oder optional mitgeliefert (oft als „Mode-3-Kabel“ bezeichnet). Ein solches Kabel sollte man sich auf jeden Fall zulegen, idealerweise mit einer Länge von 5 bis 10 Metern (um auch mal ein oder zwei Parkplätze überbrücken zu können, falls diese zugeparkt sein sollten). Das Ladekabel sollte man immer dabei haben.
2. Einige AC-Ladesäulen besitzen ein **fest angebrachtes Kabel mit Typ2-Stecker**, den man direkt in die Buchse am Auto stecken kann (quasi wie beim Tanken fossilen Kraftstoffs). Hier können dementsprechend nur Fahrzeuge mit Typ2-Buchse laden, Fahrzeuge mit Typ1-Buchse hingegen nicht (bzw. nur mit unerlaubtem Adapter ☺).

Seit einiger Zeit ist auch im GoingElectric [Stromtankstellenverzeichnis](#) hinterlegt, ob es sich beim jeweiligen Anschluss um eine Typ2-Dose oder einen Typ2-Stecker (also mit Kabel) handelt. Da diese Unterscheidung aber nicht von Anfang an gepflegt wurde, sind die Angaben leider nicht immer korrekt. Also falls Dir ein Fehler im Stromtankstellenverzeichnis auffallen sollte, bitte hilf mit und korrigiere ihn, das geht ganz einfach! Hierzu musst Du lediglich [hier im Forum registriert](#) sein (Dir wird dann auch weniger Werbung angezeigt!).

Auch bei der Anschaffung einer **Wallbox für zu Hause** kann man zwischen einer Typ2-Dose und einem Typ2-Kabel wählen. In der Regel wird hier die Variante mit Kabel bevorzugt, da man dann nicht immer das Ladekabel aus dem Kofferraum (bzw. aus dem [Frunk](#)) holen muss.



Ladekabel Typ1 auf Typ2



Ladekabel Typ2 auf Typ2

Ladeleistungen und Elektroautos im Vergleich

Die mögliche Leistung, welche ein AC-Ladepunkt zur Verfügung stellt, kann theoretisch ein beliebiger Wert zwischen 1,4 kW und 43 kW sein. Wenn man im GoingElectric Stromtankstellenverzeichnis nach Ladesäulen sucht, kann man auch gezielt nach einer bestimmten Leistung oder Mindestleistung filtern (Optionen > Erweiterte Suche).

Am häufigsten gibt es AC-Ladepunkte mit folgenden Leistungen:

- 16 A einphasig: $1 \cdot 16 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} \approx 3,7 \text{ kW}$ (teilweise auch mit 3,6 kW beziffert)
- 32 A einphasig: $1 \cdot 32 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} \approx 7,4 \text{ kW}$ (teilweise auch mit 7,2 oder 7,3 kW beziffert, in DE zu Hause wegen [Schieflast](#) nicht erlaubt!)
- 16 A dreiphasig: $3 \cdot 16 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} \approx 11 \text{ kW}$ (weit verbreitet bei privaten Wallboxen)
- 32 A dreiphasig: $3 \cdot 32 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} \approx 22 \text{ kW}$ (weit verbreitet bei öffentlichen Ladesäulen)
- 63 A dreiphasig: $3 \cdot 63 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} \approx 43 \text{ kW}$

Ladeanschlüsse mit mehr als 22 kW Leistung verfügen dabei grundsätzlich immer über ein fest angeschlagenes Kabel!

Allerdings kann nicht jedes Fahrzeug an jedem AC-Ladepunkt die volle verfügbare Anschlussleistung nutzen, denn **die Ladeleistung ist natürlich abhängig vom im Fahrzeug verbauten Ladegerät (On-Board Charger)**. Zu beachten ist hierbei, dass manche Modelle nur einphasige oder zweiphasige Ladegeräte besitzen. In der folgenden Tabelle sollen die möglichen AC-Ladeleistungen aller in Europa erhältlichen rein elektrischen Fahrzeuge aufgelistet werden (alle Angaben ohne Gewähr!). Zu Plug-in-Hybridfahrzeugen sind die AC-Ladeleistungen auf einer eigenen Seite zu finden: [Plug-in-Hybride: Übersicht und technische Daten](#).

Leider fehlen aktuell noch viele Angaben zu neueren Modellen; es wäre sehr schön, wenn hier jemand mithelfen könnte. Die Wiki-Seite kann von jeder und jedem bearbeitet werden :-) Vielen Dank!

Hersteller	Modell aktuell erhältliche Modelle sind fett dargestellt	AC-Ladebuchse	max. Ladeleistung orange: Dreiphasenlader hellrot: Zweiphasenlader
Audi	e-tron, e-tron Sportback	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
	i3 60Ah, i3 94 Ah (<i>serienmäßig</i>)	Typ2	3,7 kW (1 × 16 A)
	i3 60Ah (<i>optional</i>)	Typ2	7,4 kW (1 × 32 A)
BMW	i3 94Ah (<i>optional</i>)	Typ2	11 kW (3 × 16 A) einphasig 7,4 kW (1 × 32 A)
	i3 120Ah	Typ2	11 kW (3 × 16 A) einphasig 7,4 kW (1 × 32 A)
	iX3	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
Citroën	Berlingo Electric	Typ1	3,2 kW (1 × 14 A)
	C-Zero	Typ1	3,7 kW (1 × 16 A)
	ë-C4	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
	e-Méhari	Typ2	3,7 kW (1 × 16 A)
Energica	Ego (bis 2019)	Typ2	3 kW
Fiat	500 (2020)	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
Honda	e	Typ2	6,6 kW (1 × 28,5 A)
Hyundai	Ioniq Elektro (<i>bis 2019</i>)	Typ2	6,6 kW (1 × 28,5 A)

Jaguar	Ioniq Elektro (ab 2019)	Typ2	7,4 kW (1 × 32 A)
	Kona Elektro	Typ2	7,4 kW (1 × 32 A)
	Kona Elektro (ab 2019, mit 39,2-kWh-Akku optional)	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
	I-Pace	Typ2	7 kW (1 × 30,5 A)
	e-Niro, e-Soul	Typ2	7,4 kW (1 × 32 A)
Kia	e-Niro, e-Soul (ab MJ 2020 optional)	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
	Soul EV (bis Anfang 2019)	Typ1	6,6 kW (1 × 28,5 A)
Lexus	UX 300e	Typ2	6,6 kW (1 × 28,5 A)
Mazda	MX-30	Typ2	6,6 kW (1 × 28,5 A)
Mercedes-Benz	B-Klasse electric drive	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
	EQC	Typ2	7,4 kW (1 × 32 A)
Mini	Cooper SE	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
Mitsubishi	Electric Vehicle / i-MiEV	Typ1	3,7 kW (1 × 16 A)
	e-NV200 (serienmäßig)	Typ1	3,7 kW (1 × 16 A)
	e-NV200 (optional)	Typ1	6,6 kW (1 × 28,5 A)
	Leaf (ZE1, serienmäßig)	Typ2	3,7 kW (1 × 16 A)
Nissan	Leaf (ZE1, optional)	Typ2	6,6 kW (1 × 28,5 A)
	Leaf (vor 2018, serienmäßig)	Typ1	3,7 kW (1 × 16 A)
	Leaf (vor 2018, optional)	Typ1	6,6 kW (1 × 28,5 A)
Opel	Ampera-e	Typ2	7,4 kW (1 × 32 A)
	Corsa-e (serienmäßig)	Typ2	7,4 kW (1 × 32 A)
	Corsa-e (optional)	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
	Mokka-e, Vivaro-e, Zafira-e	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
	e-208, e-2008	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
Peugeot	iOn	Typ1	3,7 kW (1 × 16 A)
	Partner Electric	Typ1	3,2 kW (1 × 14 A)
	Kangoo Z.E. 33	Typ2	4,6 kW (1 × 20 A)
	Kangoo Z.E. (vor Mitte 2017)	Typ2	3,7 kW (1 × 16 A)
Renault	Twingo Electric	Typ2	22 kW (3 × 32 A)
	ZOE R210, ZOE Q210, ZOE Q90	Typ2	43 kW (3 × 63 A) einphasig 7,4 kW (1 × 32 A)
	ZOE R240, ZOE R90, ZOE R110, ZOE R135	Typ2	22 kW (3 × 32 A)
Škoda	Enyaq iV 50	Typ2	7,2 kW (2 × 16 A)

Smart	Enyaq iV 60, Enyaq iV 80	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
	fortwo, forfour (serienmäßig)	Typ2	4,6 kW (1 × 20 A)
	fortwo, forfour (optional)	Typ2	22 kW (3 × 32 A)
Streetscooter	Work, Work L	Typ2	3,7 kW (1 × 16 A)
Tesla	Model 3, Model Y	Typ2	11 kW (3 × 16 A)
	Model S, Model X	Typ2	16,5 kW (3 × 24 A)
VW	e-Golf (ab 2017), e-up! (ab 2020)	Typ2	7,4 kW (2 × 16 A) einphasig 7,4 kW (1 × 32 A)
	e-Golf (bis 2017), e-up! (bis 2020)	Typ2	3,7 kW (1 × 16 A)
	ID.3 Pure (45 kWh), ID.4 Pure (52 kWh)	Typ2	7,4 kW (2 × 16 A) einphasig 7,4 kW (1 × 32 A)
	ID.3 Pro (58 kWh), ID.3 Pro S (77 kWh), ID.4 Pro (77 kWh)	Typ2	11 kW (3 × 16 A)

Die Ladeleistung an Wechselstrom-Ladesäulen hängt also sowohl von der Anschlussleistung der Säule als auch vom Fahrzeugmodell ab.

Wichtig ist: Man kann nichts kaputt machen, egal an welchen Typ2-Ladesäulen man lädt und egal was für ein Ladekabel man verwendet (solange die Stecker passen)! Das Ladegerät im Fahrzeug nimmt sich immer nur so viel, wie die Säule ihm erlaubt und kann auch nicht durch eine „zu hohe Anschlussleistung“ eines Ladepunktes überlastet werden. In dieser Hinsicht ist der Typ2-Standard also „idiotensicher“ 😊.

Zur Verdeutlichung ein paar Beispiele:

- Eine Renault ZOE mit 22-kW-Lader lädt an einer 11-kW-Ladesäule. → Die Ladeleistung beträgt maximal 11 kW.
- Ein (alter) VW e-up! mit 3,7-kW-Lader lädt an einer 22-kW-Ladesäule. → Die Ladeleistung beträgt maximal 3,7 kW.
- Ein Nissan Leaf mit 6,6-kW-Lader lädt an einer 11-kW-Ladesäule. → Die Ladeleistung beträgt maximal 3,7 kW, da er nur eine der drei Phasen nutzen kann.
- Ein Hyundai Kona mit 11-kW-Lader lädt an einer einphasigen 7,4-kW-Ladesäule. → Die Ladeleistung beträgt maximal 3,7 kW, da das Ladegerät pro Phase nur 16 A „ziehen“ kann.
- Ein BMW i3 mit 11-kW-Lader lädt an einer einphasigen 7,4-kW-Ladesäule. → Anders als beim Kona beträgt die Ladeleistung maximal 7,4 kW, da das Ladegerät sich intern umschaltet und sich dann 32 A von der einen Phase holen kann (dies ist in der Tabelle daher explizit vermerkt).
- Eine Besonderheit gibt es bei manchen 22-kW-Ladesäulen mit eingebauter „Anti-Schiefast-Regelung“. Dies betrifft allerdings nur einen kleinen Teil aller 22-kW-Ladesäulen. Hier ist es so, dass die Ladesäule erkennt, wenn das angeschlossene Fahrzeug nur einphasig lädt, und in einem solchen Fall den verfügbaren Ladestrom von 32 A auf 20 A reduziert, um die Schiefastgrenze einzuhalten. Würde also z.B. ein Opel Corsa-e mit 7,4-kW-Lader an einer solchen Ladesäule mit „Anti-Schiefast-Regelung“ laden,

beträge die Ladeleistung maximal 4,6 kW. Ein VW ID.3 mit 7,4-kW-Lader könnte sich hingegen die vollen 7,4 kW genehmigen, da er zweiphasig lädt.

Tipp: Falls man weder einen eigenen Stellplatz mit Lademöglichkeit hat, noch beim Arbeitgeber laden kann, sollte man bei der Anschaffung eines Elektroautos auf eine hohe Wechselstrom-Ladeleistung achten. Das Fahrzeug sollte also über einen *dreiphasigen* On-Board-Charger mit einer Leistung von mindestens 11 kW, noch besser 22 kW, verfügen. Grund ist, dass die absolute Mehrheit aller öffentlichen Ladesäulen Wechselstrom liefern. Und wenn man auf diese öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen ist, sollte man sie auch bestmöglich nutzen können.

Extra-Wissen: Renault ZOE, die Meisterin der Wechselstromladung

Die Renault ZOE verwendet für die Wechselstromladung eine patentierte Technik: Sie verfügt nicht über ein separates Ladegerät, sondern nutzt für diesen Zweck Komponenten des Antriebs, nämlich die Motorwicklungen und den Motor-Frequenzumrichter. Das spart Platz und Gewicht und ermöglicht ihr, dreiphasigen Wechselstrom mit bis zu 22 kW zu laden. Die früheren ZOE-Modelle Q210 bzw. Q90 konnten sogar mit bis zu 43 kW laden!

Extra-Wissen: Ladekabel-Kodierung

Wenn man es genau nimmt, hängt die Ladeleistung nicht nur vom Ladepunkt und vom fahrzeugseitigen Ladegerät ab: Auch durch das verwendete Ladekabel kann die Ladeleistung begrenzt sein! Ladekabel Typ1 auf Typ2 oder Typ2 auf Typ2 verfügen nämlich über eine Kodierung im Typ2-Stecker. Diese gibt an, wie stark das Kabel und die Steckkontakte belastet werden können, also welche Stromstärke maximal hindurchfließen darf. Ladestation und Fahrzeug können die Kodierung auslesen und müssen ggf. die Ladeleistung entsprechend reduzieren. Zusätzlich gibt es Ladekabel, die nur einphasig ausgeführt sind und somit keine mehrphasige Ladung ermöglichen.

Das beim Fahrzeugkauf mitgelieferte Ladekabel ist in der Regel auf die Ladeleistung des Fahrzeugs abgestimmt, sodass man nichts beachten muss (Ausnahme: [Hyundai Ioniq!](#)). Will man aber ein neues/anderes Ladekabel kaufen, sollte man darauf achten, dass man dadurch nicht die Ladeleistung des Fahrzeugs einschränkt. Falls man beim Ladekabel-Kauf auch für zukünftige Fahrzeuge in jedem Fall gerüstet sein will, sollte man ein 22kW Ladekabel wählen (32A dreiphasig). Stärker belastbare Ladekabel gibt es nicht, da laut Norm an Typ2-Ladepunkten mit höherer Anschlussleistung immer ein Kabel mit Stecker fest angebracht sein muss.

Ladung an Haushaltssteckdosen, CEE-Steckdosen etc.

Alles schön und gut, aber kann ich nun, wenn mein Elektroauto eine Typ2- oder Typ1-Buchse hat, trotzdem auch an den verbreiteten Wechselstrom-Steckersystemen laden, z.B. an einer Schukosteckdose, einer Campingsteckdose (CEE16 blau) oder an roten Industrie-Drehstromsteckdosen (CEE16 rot, CEE32 rot etc.)?

Ja! Allerdings muss hierzu eine Kontrollelektronik zwischengeschaltet werden, die dem Auto mitteilt, welche Stromstärke der entsprechende Stromanschluss zur Verfügung stellt, und bei Ladebereitschaft die Stromzufuhr zum Auto „durchschaltet“. Eine solche Elektronik kann entweder in einem **ICCB** (*In-Cable Control Box*) oder in einer **mobilen Ladebox** untergebracht sein. Je nach Modell sind zudem verschiedene Schutzfunktionen (z.B. Fehlerstromschutz, Schutzleitererkennung) integriert. Eine Übersicht über erhältliche Produkte findet man in unserem Wiki-Artikel [Übersicht: AC - mobile Ladeboxen und ICCB Ladelösungen für Typ1+2](#).

Wichtig: Bei einem ICCB oder einer mobilen Ladebox handelt es sich, genauso wie auch bei einer Wallbox, *nicht* um ein Ladegerät, denn dieses ist ja bereits im Auto untergebracht!

Ein ICCB-Ladekabel zur Ladung an Schukosteckdosen

Eine mobile Ladebox zur Ladung an roten CEE-Drehstromsteckdosen

Extra-Wissen: „Notladekabel“

Bei vielen Elektrofahrzeugen wird standardmäßig ein ICCB-Ladekabel zur Ladung an Schukosteckdosen mitgeliefert (siehe linkes/oberes Foto), oftmals als „Mode-2-Kabel“ bezeichnet.

Zwar sind Schukosteckdosen-Stromkreise in der Regel mit 16 A abgesichert, was eine Anschlussleistung von bis zu 3,7 kW erlauben würde. Bei hochwertigen und korrekt installierten Steckdosen kann diese Leistung auch abgerufen werden, jedoch möglichst nur über einen kurzen Zeitraum, ansonsten besteht Überhitzungs- und Brandgefahr.

Daher bieten Schuko-ICCB-Ladekabel in der Regel nur eine Ladeleistung von um die 2 kW (meist 8 oder 10 A). Damit ist der Ladevorgang sicher, dauert aber (je nach Akkukapazität) sehr lange, weshalb solche Kabel oft als „Notladekabel“ bezeichnet werden. Nichtsdestotrotz eignen sich solche ICCB-Ladekabel auch gut für eine **tägliche langsame Ladung über Nacht** und somit als günstige Alternative zu einer Wallbox. Bei langfristiger Nutzung sollte man allerdings unbedingt die **Elektroinstallation von einem Elektriker überprüfen lassen**. Weitere Infos zur Dauerbelastbarkeit von Schuko-Steckdosen gibt es im entsprechenden [Wiki-Artikel](#).

Gleichstromladung (Schnellladung)

Ab einer gewissen Ladeleistung macht es keinen Sinn mehr, das Ladegerät im Auto zu installieren, da es zu groß und schwer wäre. Man installiert es also in der Ladeinfrastruktur und spricht von Gleichstromladung oder DC-Ladung, weil die **Ladestation den Wechselstrom aus dem Netz bereits in Gleichstrom umwandelt** und in die richtige Spannung für den Fahrzeugakku umformt. Der Gleichstrom fließt dann über das Ladekabel direkt in den Akku.

Bei der Gleichstromladung ist die Kommunikation zwischen Ladestation und Fahrzeug deutlich anspruchsvoller als bei der Wechselstromladung, da die Ladesäule genau wissen muss, wie der Akku aufgebaut ist, welchen Ladezustand er hat und welche Spannungen und Stromstärken er benötigt. Hierzu muss sie ständig Informationen mit dem Batteriemanagementsystem (im Auto) austauschen.

Natürlich ist eine Gleichstromladesäule deutlich massiver, größer und teurer als eine Wechselstromladesäule. So ein Teil kostet in der Regel über 10.000 €, was zur Folge hat, dass es deutlich weniger von ihnen gibt und der Strom dort in der Regel deutlich **mehr kostet**.

In erster Linie eignet sich die Gleichstromladung daher für **lange Strecken** (z.B. Urlaub), bei denen man nur eine kurze Pause machen und den Akku so schnell wie möglich füllen möchte. Deshalb findet man DC-Schnellladesäulen vor allem an **Autobahn-Raststätten und Autohöfen**. Aber auch an Supermärkten und anderen Orten, wo man sich nur kurz aufhält, machen Gleichstromladepunkte Sinn, da man während der Standzeit möglichst viel Energie nachladen möchte.

Bei allen DC-Ladesystemen ist das Ladekabel fest an der Ladesäule angebracht und wird direkt in die entsprechende Buchse am Auto gesteckt, quasi wie beim Tanken fossilen Kraftstoffs. Die Kabel und Stecker wären nämlich viel zu unhandlich, um sie wie bei den AC-Ladekabeln ständig im Auto mitzunehmen.

Des Weiteren sind bei allen DC-Steckersystemen automatische Verriegelungen vorhanden, sodass die Stecker **nicht unbefugt während des Ladevorgangs abgezogen werden können**.

CHAdeMO

Der Schnellladestandard CHAdeMO wurde von den japanischen Unternehmen Fuji (Subaru), Mitsubishi, Nissan und Tepco entwickelt und 2010 vorgestellt.

„CHAdeMO“ steht für CHArge de MOve, leitet sich aber gleichzeitig ab vom japanischen Satz *Ocha demo ikaga desuka* – „Wie wär’s mit einer Tasse Tee?“

Die Idee ist, während einer Tasse Tee das Auto wieder vollladen zu können.

CHAdeMO ist kompatibel mit Akkuspannungen von 300 bis 500 Volt und Ladeströmen bis 350 A, was einer **Ladeleistung von bis zu 150 kW** entspricht. Langfristig sind sogar Ladeleistungen bis 400 kW angedacht. Als Kommunikationsschnittstelle findet ein Zweidraht-CAN-Bus mit zusätzlichen separaten Signalleitungen Verwendung.

Unten: CHAdeMO- und Typ1-Buchse eines Nissan Leaf (1. Generation vor 2018)

Der CHAdeMO-Standard wurde vor allem von **asiatischen Herstellern** genutzt und wurde mit deren Fahrzeugen nach Europa importiert, was dazu führte, dass auch hierzulande eine große Anzahl von CHAdeMO-Ladestationen aufgestellt wurde. Die meisten von ihnen liefern derzeit eine Leistung von 50 kW. Heute setzen in Europa nur noch Nissan und Lexus auf den CHAdeMO-Standard, daher verliert dieser hierzulande immer mehr an Bedeutung.

Alle Fahrzeuge mit CHAdeMO-Gleichstromladung besitzen zusätzlich eine Typ1- oder Typ2-Buchse für die einphasige Wechselstromladung (siehe Foto rechts).

CCS (Combined Charging System)

Der Schnellladestandard CCS wurde von der deutschen und amerikanischen Autoindustrie entwickelt.

Wichtig war, dass die fahrzeugseitige Buchse sowohl für AC- als auch für DC-Ladung genutzt werden kann und nicht wie bei CHAdeMO eine separate Buchse benötigt wird. Daher ergänzte man den Typ2-Stecker um zwei dicke Gleichstrom-Kontakte, entwarf ein neues Kommunikationsprotokoll und nannte das Ergebnis *Combined Charging System* (kombiniertes Ladesystem). Fahrzeuge mit CCS-Buchse können also nicht nur an CCS-Ladesäulen anstöpseln, denn **der obere Teil der Buchse am Auto kann weiterhin als Typ2-Buchse für die ein- bis dreiphasige Wechselstromladung genutzt werden**. Andersrum geht es hingegen nicht: An einer CCS-Ladesäule können nur Fahrzeuge laden, die eine CCS-Buchse haben. Hat das Auto nur eine reine Typ2-Buchse, passt der CCS-Stecker logischerweise nicht hinein. CCS-Ladesäulen liefern ausschließlich Gleichstrom, die Wechselstrom-Kontakte fehlen.

Die erste CCS-Ladesäule wurde 2013 in Wolfsburg errichtet, wenig später kamen die ersten Fahrzeuge mit CCS auf den Markt.

CCS-Buchse eines e-Golf

2015 legte die EU das Combined Charging System als **Standard für die Gleichstromladung** fest. Seit 2017 ist CCS für Ladepunkte mit einer Leistung über 22 kW verpflichtend vorgeschrieben.

2016 wurde ein stärkeres, abwärtskompatibles CCS-Schnellladesystem mit **bis zu 350 kW Ladeleistung** vorgestellt. Dieses nutzt 800 Volt (statt vorher 400 V) und besitzt ein flüssigkeitsgekühltes Ladekabel, um die Handhabbarkeit zu gewährleisten. 2017 wurde von Porsche in Berlin die erste 350-kW-Ladesäule aufgestellt.

Im September 2017 wurde von Phoenix Contact ein nochmals überarbeiteter (ebenfalls abwärtskompatibler) CCS-Ladestecker mit bis zu 500 kW Ladeleistung und 1000 V Systemspannung vorgestellt.

Derzeit wird das CCS-Ladesäulennetz **massiv ausgebaut**. Die meisten CCS-Ladesäulen liefern eine Leistung von 50 kW, immer weiter verbreitet sind auch Ladeleistungen von 75 bis 175 kW. An Autobahnen sind sogar sehr häufig CCS-Ladesäulen mit 200 bis 350 kW anzutreffen.

Extra-Wissen: CCS – auch mit Typ1-Stecker

In den USA spielt der Typ2-Stecker aufgrund des fehlenden Dreiphasen-Stromnetzes keine Rolle, an AC-Ladesäulen wird dort ausschließlich der Typ1-Standard verwendet. Daher wurde dort für das Combined Charging System der Typ1-Stecker hergenommen und wie bei uns um zwei dicke Gleichstrom-Kontakte ergänzt. Um die beiden CCS-Typen unterscheiden zu können, bezeichnet man die Stecker auch als Combo1 (USA) und Combo2 (Europa).

Tesla Supercharger

Für seine Oberklasse-Limousine *Model S*, die 2009 vorgestellt und ab 2012 ausgeliefert wurde, konzipierte der kalifornische Elektroauto-Hersteller Tesla ein Schnellladesystem mit Leistungen bis zu 135 kW, welche später auf **bis zu 145 kW** erhöht wurde.

Da es zur Zeit der Entwicklung des Systems noch keinen genormten Standard für solche Ladeleistungen gab, verwendete Tesla „notgedrungen“ für die europäischen Supercharger einen modifizierten Typ2-Stecker. Hierzu wurden die vier Wechselstrom-Kontakte für Gleichstrom umfunktioniert und ein eigenes Protokoll für die Kommunikation zwischen Ladestation und Fahrzeug erschaffen.

Die Elektrofahrzeuge Tesla Model S und Model X benötigen somit nur eine Typ2-Buchse, über die sie sowohl an normalen Typ2-Ladepunkten mit Wechselstrom als auch an den Tesla Superchargern mit Gleichstrom laden können. Eine Trennung des AC- und DC-Weges findet über elektronische Umschalter im Fahrzeug statt.

Seit 2012 hat Tesla weltweit hunderte Supercharger-Standorte mit jeweils mehreren Ladeanschlüssen installiert und baut das Ladenetz weiterhin aus (siehe Foto).

Die **Supercharger können nur von Fahrzeugen von Tesla genutzt werden**, die über einen entsprechenden Ladeanschluss verfügen und vom Hersteller für das Laden dort per Software freigeschaltet wurden.

Extra-Wissen: CHAdeMO- und CCS-Adapter

Tesla bietet auch Adapter an, mit denen die Fahrzeuge Tesla Model S und Model X an CHAdeMO- und CCS-Ladestationen angestöpselt werden können. Beim CHAdeMO-Adapter

handelt es sich um ein kurzes Kabel, an dem auf der einen Seite ein Supercharger-Stecker und auf der anderen Seite eine CHAdeMO-Kupplung angebracht ist. Da die Akkuspannungen der Tesla-Fahrzeuge in den vom CHAdeMO-System unterstützten Bereich fallen, muss der Adapter nur das Kommunikationsprotokoll „übersetzen“. Es sind Ladeleistungen bis 50 kW möglich. Der CCS-Adapter kam erst deutlich später auf den Markt und erlaubt sogar Ladeleistungen bis 145 kW.

Triple-Charger

Lange Zeit werden CHAdeMO und CCS in Europa noch nebeneinander existieren. Da die beiden Standards weitestgehend die gleichen Ströme und Spannungen nutzen, werden Gleichstrom-Ladesäulen in der Regel mit beiden Systemen ausgestattet, denn die Kosten für einen zusätzlichen Stecker und die Integration des entsprechenden Kommunikationsprotokolls sind verschwindend gering.

Daneben wird in die Ladesäule meist gleich noch ein Typ2-Anschluss mit 22 kW oder sogar 43 kW Wechselstrom-Anschlussleistung integriert, auch wenn nur wenige Fahrzeuge daran schnell laden können. Denn hierfür braucht man kaum zusätzliche Komponenten, der Wechselstrom ist ja sowieso vorhanden.

Und schon hat man einen sogenannten Triple-Lader oder Triple-Charger, an dem wirklich jedes aktuelle Elektrofahrzeug seinen Akku aufladen kann.

Ein großer Teil aller Ladestationen in Europa sind solche Triple-Charger. Besonders an Supermärkten und ähnlichen Standorten werden diese gerne installiert.

HPC-Ladeparks

Immer weiter verbreitet sind sogenannte HPC-Ladeparks mit vielen Schnellladesäulen pro Standort, ähnlich der Tesla Supercharger. HPC steht für *High Power Charging*, dabei handelt es sich um CCS-Ladesäulen mit einer Leistung von 150 kW oder mehr. Vereinzelt werden auch zusätzlich CHAdeMO-Anschlüsse bereitgestellt, Typ2-Anschlüsse sind hingegen an Schnellladeparks nur noch selten anzutreffen. HPC-Ladeparks findet man vor allem an Autobahnraststätten und Autohöfen. Bekannte Betreiber sind Ionity, Fastned und EnBW.

Ladeleistungen und Elektroautos im Vergleich

Man könnte annehmen, dass die Ladeleistung bei der Gleichstromladung allein von der Ladesäule abhängt, denn dort ist ja das Ladegerät untergebracht. Dem ist aber nicht so, denn ein Akku kann nicht unbegrenzt schnell aufgeladen werden. Das Batteriemanagement-System im Fahrzeug überwacht den Akku und teilt der Ladestation die nötigen Parameter mit, um den Akku möglichst schnell, aber schonend aufzuladen. Es begrenzt also sozusagen auch die Leistung der Ladesäule auf ein für den Akku erträgliches Maß.

In der folgenden Tabelle sind die maximalen Gleichstrom-Ladeleistungen aller in Europa verfügbaren rein elektrischen Fahrzeuge zusammengestellt (alle Angaben ohne Gewähr!). Plug-in-Hybridfahrzeuge sind meist nicht DC-ladefähig, die Ladeleistungen können der Übersicht entnommen werden: [Plug-in-Hybride: Übersicht und technische Daten](#).

Leider fehlen aktuell noch viele Angaben zu neueren Modellen, es wäre sehr schön, wenn hier jemand mithelfen könnte. Die Wiki-Seite kann von jeder und jedem bearbeitet werden :-) Vielen Dank!

Hersteller	Modell (aktuell erhältliche Modelle sind fett dargestellt)	max. Ladeleistung CHAdeMO	max. Ladeleistung Supercharger	max. Ladeleistung CCS
Aiways	U5	X	X	95 kW
Audi	e-tron 50, e-tron 50 Sportback	X	X	120 kW
	e-tron 55, e-tron 55 Sportback	X	X	155 kW
BMW	i3 60Ah, i3 94Ah (<i>serienmäßig</i>)	X	X	X
	i3 60Ah (<i>optional</i>)	X	X	47 kW
	i3 94Ah (<i>optional</i>)	X	X	50 kW
	i3 120Ah	X	X	50 kW
	iX3	X	X	160 kW
Citroën	Berlingo Electric	45 kW	X	X
	C-Zero	40 kW	X	X
	ë-C4, ë-Jumpy, ë-SpaceTourer	X	X	100 kW
	e-Méhari	X	X	X
DS	3 Crossback E-Tense	X	X	100 kW
Energica	Ego (bis 2019)	X	X	25 kW
Fiat	500 (2020) 42 kWh	X	X	85 kW
	500 (2020) 24 kWh	X	X	50 kW
Ford	Mustang Mach-E	X	X	150 kW
Honda	e	X	X	50 kW
	Ioniq Elektro (<i>bis 2019</i>)	X	X	70 kW
Hyundai	Ioniq Elektro (ab 2019)	X	X	45 kW
	Kona Elektro (39,2 kWh)	X	X	50 kW
	Kona Elektro (64 kWh)	X	X	77 kW
Jaguar	I-Pace	X	X	105 kW
	e-Niro (39,2 kWh), e-Soul 136	X	X	50 kW
Kia	e-Niro (64 kWh), e-Soul 204	X	X	77 kW
Lexus	Soul EV	70 kW	X	X
	UX 300e	37 kW	X	X
Mazda	MX-30	X	X	38 kW
Mercedes-Benz	B-Klasse electric drive	X	X	X
	EQC	X	X	112 kW
	EQV	X	X	110 kW
Mini	Cooper SE	X	X	50 kW
Mitsubishi	Electric Vehicle / i-MiEV	40 kW	X	X

Nissan	e-NV200	48 kW	X	X
	Leaf (serienmäßig)	X	X	X
	Leaf (optional)	48 kW	X	X
Opel	Ampera-e	X	X	55 kW
	Corsa-e, Mokka-e, Vivaro-e, Zafira-e	X	X	100 kW
	e-208, e-2008, e-Expert, e-Traveler	X	X	100 kW
Peugeot	iOn	40 kW	X	X
	Partner Electric	45 kW	X	X
Polestar	2	X	X	150 kW
	Kangoo Z.E.	X	X	X
Renault	Twingo Electric	X	X	X
	ZOE	X	X	X
	ZOE (ab Ende 2019 optional)	X	X	46 kW
Škoda	Enyaq iV 50	X	X	50 kW
	Enyaq iV 60	X	X	100 kW ¹
	Enyaq iV 80	X	X	125 kW ¹
Smart	fortwo, forfour	X	X	X
Streetscooter	Work / Work L	X	X	X
	Model 3 Long Range	X	200 kW	200 kW
Tesla	Model 3 Standard Range + (NCA-Akku)	X	170 kW	170 kW
	Model 3 Standard Range + (LFP-Akku)	X	150 kW	150 kW
	Model S, Model X (ältere Modelle je nach Akkugröße deutlich weniger)	50 kW (Adapter erforderlich)	145 kW	145 kW (Adapter erforderlich)
Volvo	C40 Recharge, XC40 Recharge	X	X	150 kW
	e-Golf, e-up! (serienmäßig)	X	X	X
	e-Golf (ab 2017, optional)	X	X	40 kW
VW	e-Golf (bis 2017, optional)	X	X	50 kW
	e-up! (optional)	X	X	40 kW
	ID.3 Pure, ID.4 Pure (serienmäßig)	X	X	50 kW
	ID.3 Pure, ID.4 Pure (optional)	X	X	110 kW
	ID.3 Pro	X	X	120 kW
	ID.3 Pro S, ID.4 Pro	X	X	125 kW

¹ Erhöhte Ladeleistungen über 50 kW beim Skoda Enyaq kosten extra.

Die tatsächliche DC-Ladeleistung ergibt sich also (genauso wie bei der AC-Ladung) aus der Leistung der Ladesäule und der Maximalleistung des Fahrzeugs, je nachdem, was niedriger ist.

Bei den angegebenen Ladeleistungen handelt es sich allerdings um Maximalwerte, die nicht unter allen Bedingungen und meist nur kurzzeitig (i.d.R. bei niedrigem Ladestand) erreicht werden. Genauer hierzu folgt im nächsten Abschnitt.

Tipp: Besteht beim Kauf eines elektrischen Neuwagens die Möglichkeit, optional eine Gleichstrom-Schnellladefähigkeit zu integrieren (z.B. e-up!, ZOE etc.), so sollte diese Option unbedingt gewählt werden, auch wenn das Fahrzeug (z.B. als Zweitwagen) nicht für Langstrecken gedacht sein soll. Denn dies erhöht erstens den Wiederverkaufswert und zweitens will man in der Regel dann doch mehr elektrisch fahren als gedacht, da es einfach so viel Spaß bereitet!

Wie lange dauert das Laden?

Die oben angegebenen Werte zur Ladeleistung der verschiedenen Elektrofahrzeuge und Ladesysteme erscheinen vielleicht im ersten Moment relativ abstrakt. Tatsächlich kann man mit der Ladeleistung aber ganz einfach abschätzen, wie lange ein Ladevorgang dauert.

Langsames Laden

Beim langsamen Laden hängt die Ladedauer im Wesentlichen nur von der Ladeleistung, der Akkukapazität des Fahrzeugs (netto in kWh) und dem aktuellen Ladestand des Akkus ([SOC](#) in Prozent) ab.

„Langsames Laden“ hat in diesem Fall nichts mit der Unterscheidung zwischen Gleichstrom- und Wechselstromladung zu tun, sondern nur mit der Ladeleistung im Verhältnis zur Akkukapazität des Fahrzeugs. Bei einem Akku mit einer Kapazität von 45 kWh kann man beispielsweise grob bis zu einer Ladeleistung von 15 kW von langsamem Laden ausgehen, bei einem Akku mit 60 kWh hingegen bis zu einer Ladeleistung von 20 kW. Also immer bis zu einem Drittel der Akkukapazität (physikalisch nicht ganz korrekt ausgedrückt). Lädt man mit höheren Leistungen, ist die Ladezeit von weiteren Faktoren abhängig – dazu gleich mehr.

In der Regel wird es sich bei langsamem Laden um **AC-Ladung** handeln. In diesem Fall kann man die Dauer für eine Vollladung von 0 bis 100 % SOC grob mit folgender Faustformel berechnen:

$$\text{Akkukapazität [kWh]} \div \text{Ladeleistung [kW]} \div 0,85 = \text{Ladedauer [h]}$$

Die 0,85 stehen hierbei für die vereinfachte Annahme, dass die tatsächlich im Akku ankommende Leistung bei 85 % der angegebenen Ladeleistung von Ladesäule bzw. Ladegerät liegt. In der Realität ist dieser Faktor abhängig von Fahrzeugmodell und Ladeleistung und liegt meist zwischen 0,75 und 0,9. Für diese Reduktion sind mehrere Gegebenheiten verantwortlich, insbesondere der Wirkungsgrad und Leistungsfaktor des Ladegeräts sowie der Stromverbrauch der mitlaufenden Fahrzeug-Steuergeräte.

Beispiel: Ein Hyundai Ioniq Elektro (Akkukapazität: 28 kWh) lädt an einer 11-kW-Ladesäule (also AC 3×16 A). Da das Fahrzeug nur ein einphasiges Ladegerät besitzt, beträgt die Ladeleistung 3,7 kW (1×16 A). Die Dauer für eine Vollladung beträgt grob $28 \text{ kWh} \div 3,7 \text{ kW} \div 0,85 \approx 8,9 \text{ h}$.

Wenn der Akku nicht ganz leer ist (denn dies ist eigentlich nie der Fall) oder wenn der Akku nicht komplett voll geladen werden soll, verkürzt sich die Ladezeit natürlich entsprechend. Hat der Ioniq aus dem Beispiel noch einen SOC von 30 % und soll bis 80 % geladen werden, dann müssen 50 % nachgeladen werden, was dementsprechend 4,45 h dauert.

Im seltenen Fall einer langsamen **DC-Ladung** kann statt des Faktors 0,85 einfach ein Faktor von 0,95 angenommen werden, da in diesem Fall die Ladeleistung hinter dem Ladegerät gemessen wird.

Beispiel: Ein Mercedes-Benz EQC (Akkukapazität 80 kWh) lädt bei IKEA an einer 20-kW-CCS-Ladesäule. Die Ladeleistung beträgt somit 20 kW. Hier dauert eine Vollladung etwa $80 \text{ kWh} \div 20 \text{ kW} \div 0,95 \approx 4,2 \text{ h}$. Wenn zu Beginn der Ladung noch 20 % im Akku sind, dauert eine Ladung bis 100 % also $0,8 \cdot 4,2 \text{ h} \approx 3,4 \text{ h}$.

Besonderheiten bei schnellerem Laden

Lädt man mit höheren Ladeleistungen im Verhältnis zur Akkukapazität als soeben beschrieben, ist die Ladezeit von weiteren Faktoren abhängig.

Zu beachten ist, dass die heute verwendeten Lithium-Ionen-Akkus nicht den kompletten Ladevorgang hindurch mit ihrer maximalen Leistung geladen werden können. Stattdessen wird der **Ladestrom bei zunehmendem Ladestand immer weiter reduziert**. Beim langsamen Laden kann dieser Effekt vernachlässigt werden, denn wenn der Ladestrom sowieso von Anfang an gering ist, muss er auch nicht reduziert werden.

Beim schnelleren Laden hingegen dauert mit zunehmendem Ladestand eine weitere Vollladung des Akkus überproportional lange. Der tendenzielle Verlauf des Ladestands beim Schnellladen ist im nebenstehenden Schaubild dargestellt. Es ist allerdings zu beachten, dass sich diese Ladekurve von Modell zu Modell stark unterscheiden kann. Während einige Fahrzeuge die Ladeleistung z.B. schon ab 20 % SOC kontinuierlich oder stufenweise reduzieren, halten andere ihre Maximalleistung bis zu einem Ladestand von z.B. 70 % aufrecht. Wer sich detailliert über die Ladeleistungs-Verläufe verschiedener Fahrzeuge informieren will, kann beispielsweise in der [Fastned-FAQ zum Thema Schnellladen](#) vorbeischauchen. Dort gibt es Ladekurven aller gängigen Fahrzeuge.

Wer möglichst kurz nachladen möchte, nutzt in der Praxis auf Langstrecken nur eine Akkukapazität zwischen ca. 10 % und 80 % SOC – so kommt man am Schnellsten voran. Bei Gleichstrom-Schnelladesäulen ist es sogar teilweise so, dass diese gar nicht bis 100 % laden, sondern vorher abschalten.

Beim schnellen Laden interessiert also meist nur die Ladedauer von 0 bis 80%, die man grob folgendermaßen berechnen kann:

Akkukapazität [kWh] \div Ladeleistung [kW] = Ladedauer bis 80% [h]

Beispiel 1: Ein Kia Soul EV mit 30 kWh Akkukapazität lädt an einer 50-kW-CHAdeMO-Ladesäule. Das Fahrzeug kann maximal mit 70 kW laden, die Ladeleistung beträgt also in diesem Fall 50 kW. Die Ladedauer bis 80 % beträgt $30 \text{ kWh} \div 50 \text{ kW} = 0,6 \text{ h}$, also 36 Minuten ($0,6 \cdot 60 = 36$).

Beispiel 2: Eine Renault ZOE Q210 (oder Q90) mit 22 kWh Akkukapazität lädt an einem 43-kW-Typ2-Ladepunkt (AC 3 × 63 A). Die Ladeleistung beträgt in diesem Fall 43 kW, eine Ladung bis 80 % dauert also $22 \text{ kWh} \div 43 \text{ kW} \approx 0,51 \text{ h}$, das sind rund 31 Minuten ($0,51 \cdot 60 \approx 31$).

Weiterhin muss beim schnellen Laden beachtet werden, dass Lithium-Ionen-Akkus bei kalten oder sehr heißen Temperaturen nicht mit ihrer vollen Leistung geladen werden können. Dies hängt von der Zellchemie und vom Akku-Temperaturmanagement (bei den meisten Fahrzeugen wird der Akku bei Bedarf gekühlt, bei vielen neueren Modellen auch beheizt) ab. Wie stark der Einfluss der Temperatur auf die Ladeleistung ist, ist daher von Modell zu Modell unterschiedlich. In der Regel erwärmt sich der Akku außerdem durch schnelles Fahren bzw. Beschleunigen. Bei kalten oder heißen Temperaturen sollte man also eine längere Ladezeit einplanen.

„Ladegeschwindigkeit“

Häufig findet man auch Angaben zur „Ladegeschwindigkeit“, die angibt, wie viele Kilometer Reichweite man pro Stunde nachlädt. Diese Ladegeschwindigkeit ist abhängig vom Energieverbrauch pro Kilometer (und damit von Fahrstil, Geschwindigkeit, Fahrzeug etc.) und lässt sich folgendermaßen berechnen:

$$\text{Ladeleistung [kW]} \div \text{Verbrauch [kWh/km]} = \text{Ladegeschwindigkeit [km/h]}$$

Zu beachten ist hierbei, dass die tatsächliche (den aktuellen Bedingungen entsprechende) Ladeleistung verwendet werden muss.

Beispiel: Ich fahre mit meinem BMWi3 auf der Autobahn, mein Verbrauch liegt bei 19kWh/100km (also 0,19kWh/km). Die Ladeleistung an einer 50-kW-CCS-Ladesäule liegt bei 45kW. Die Ladegeschwindigkeit beträgt dementsprechend $45 \text{ kW} \div 0,19 \text{ kWh/km} \approx 237 \text{ km/h}$.

Aber keine Panik, wenn die genannten Berechnungen kompliziert erscheinen: In der Praxis braucht man diese eigentlich nicht, denn nach einiger Zeit Elektroautofahren kann man relativ genau abschätzen, wie lange man für einen Ladevorgang bei welcher Ladeleistung benötigt.